



FR 04/2401 11 OCT. 2004

REC'D 03 DEC 2004

WIPO

PCT

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION**COPIE OFFICIELLE**

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 22 SEP. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

**DOCUMENT DE PRIORITÉ
PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)**

Martine PLANCHE

BEST AVAILABLE COPY

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg - 75800 Paris Cedex 08

Pour vous informer : INPI DIRECT

☎ **0 825 83 85 87**

0,15 € TTC/mn

Télécopie : 33 (0)1 53 04 52 65

Réservé à l'INPI

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*03

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2

BR1

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 @ W / 030103

REMISE DES PIÈCES

DATE

30 SEPT 2003

LIEU

75 INPI PARIS

N° D'ENREGISTREMENT

0311461

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE

3 0 SEP. 2003

PAR L'INPI

Vos références pour ce dossier

(facultatif)

BFF 03P0313

1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

CABINET LAVOIX
2, Place d'Estienne d'Orves
75441 PARIS CEDEX 09

Confirmation d'un dépôt par télécopie

☐ N° attribué par l'INPI à la télécopie

2 NATURE DE LA DEMANDE

Cochez l'une des 4 cases suivantes

Demande de brevet

☒

Demande de certificat d'utilité

☐

Demande divisionnaire

☐

Demande de brevet initiale

N°

Date

ou demande de certificat d'utilité initiale

N°

Date

Transformation d'une demande de
brevet européen *Demande de brevet initiale*

☐

N°

Date

3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

Assemblage de combustible nucléaire comprenant un dispositif intérieur de renfort.

4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ

OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE

LA DATE DE DÉPÔT D'UNE

DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

☐ S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☒ Personne morale

☐ Personne physique

Nom
ou dénomination sociale

FRAMATOME ANP

Prénoms

Forme juridique

Société par actions simplifiée

N° SIREN

428764500

Code APE-NAF

Domicile
ou
siège

Rue

Code postal et ville

Pays

Tour Areva 1, Place de la Coupole

92400 COURBEVOIE

FRANCE

Française

Nationalité

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

☐ S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

Remplir impérativement la 2^{ème} page

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE

30 SEPT 2003

LIEU

75 INPI PARIS

N° D'ENREGISTREMENT

0311461

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DB 540 W / 030103

6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)

Nom

Prénom

Cabinet ou Société

N° de pouvoir permanent et/ou
de lien contractuel

Adresse

Rue

Code postal et ville

Pays

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

CABINET LAVOIX

2 Place d'Estienne d'Orves

75441 PARIS CEDEX 09

FRANCE

01 53 20 14 20

01 48 74 54 56

brevets@cabinet-lavoix.com

7 INVENTEUR (S)

Les demandeurs et les inventeurs
sont les mêmes personnes

☐ Oui

☒ Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)

8 RAPPORT DE RECHERCHE

Établissement immédiat
ou établissement différé

☒

☐

Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)

Paiement échelonné de la redevance
(en deux versements)

Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt

☐ Oui

☐ Non

**9 RÉDUCTION DU TAUX
DES REDEVANCES**

Uniquement pour les personnes physiques

☐ Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)

☐ Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la
décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG

**10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES
ET/OU D'ACIDES AMINÉS**

☐ Cochez la case si la description contient une liste de séquences

Le support électronique de données est joint

☐

La déclaration de conformité de la liste de
séquences sur support papier avec le
support électronique de données est jointe

☐

Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite»,
indiquez le nombre de pages jointes

**11 SIGNATURE DU DEMANDEUR
OU DU MANDATAIRE
(Nom et qualité du signataire)**

B. DOMENEGO
n° 00-0500

B. Domenego

VISA DE LA PRÉFECTURE
OU DE L'INPI

M. ROCHET

La présente invention concerne les assemblages de combustible nucléaire.

Elle s'applique, par exemple, aux assemblages pour réacteurs nucléaires à eau sous pression.

5 Généralement, les assemblages de combustible nucléaire comprennent des crayons de combustible nucléaire et un squelette de support ayant deux embouts, des tubes guides reliant les embouts, et des grilles de maintien des crayons.

10 Les grilles de maintien comprennent chacune deux jeux de plaquettes entrecroisées et une ceinture extérieure, délimitant ainsi des cellules traversées les unes par les tubes guides et les autres par les crayons de combustible. Les plaquettes sont munies de moyens de maintien des crayons aux nœuds d'un réseau sensiblement régulier et sont fixées à certains au moins des tubes guides.

15 L'une au moins des grilles de maintien assure de plus le supportage des crayons. Pour cela, elle est habituellement munie de ressorts, découpés dans les plaquettes ou rapportés sur les plaquettes, et destinés à plaquer les crayons sur des bossettes embouties dans les plaquettes et formant d'autres faces des cellules.

20 Les autres grilles n'ont qu'une fonction de maintien des crayons aux nœuds du réseau. Elles comportent pour cela, sur chaque face de chaque cellule traversée par un crayon, des bossettes d'appui du crayon.

25 On connaît également de FR-2 665 291 des grilles additionnelles de mélange destinées à être intercalées entre les grilles de maintien et comprenant des ailettes pour améliorer le mélange du fluide réfrigérant circulant aux travers des assemblages.

A l'issue de leur fabrication, de tels assemblages s'étendent de manière rectiligne et verticalement le long d'une direction dénommée axiale. Une fois placés en réacteur, ces assemblages se déforment du fait de l'irradiation et peuvent atteindre des formes en C, S ou W.

30 De telles déformations posent de nombreux problèmes. En fonctionnement, elles rendent plus difficile l'insertion des grappes de commande et d'arrêt dans les tubes guides.

En manutention, ces déformations augmentent les risques d'accrochage entre les assemblages, par exemple lors des opérations de chargement et de déchargement du cœur du réacteur.

Un but de l'invention est de résoudre ce problème en limitant la déformation des assemblages de combustible nucléaire sous irradiation.

A cet effet, l'invention a pour objet un assemblage de combustible nucléaire, du type comprenant un groupe de crayons de combustible nucléaire et un squelette de support ayant :

- deux embouts,
 - des tubes guides reliant les embouts, et
 - des grilles de maintien des crayons fixées aux tubes guides,
- les crayons de combustible nucléaire s'étendant le long d'une direction longitudinale et étant disposés en un réseau sensiblement régulier,

caractérisé en ce que l'assemblage comprend au moins un dispositif de renfort du squelette de support disposé entre deux grilles de maintien successives et fixé à des tubes guides, et en ce que le dispositif de renfort est disposé à l'intérieur du groupe de crayons et a une étendue transversale inférieure à celle du réseau de crayons.

Selon des modes particuliers de réalisation, l'assemblage peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prise(s) isolément ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- le dispositif de renfort ne s'étend pas dans la couche de crayons périphériques,
- le dispositif de renfort ne s'étend pas entre la couche de crayons périphériques et la couche adjacente de crayons,
- le dispositif de renfort s'étend longitudinalement sensiblement jusqu'à la grille de maintien immédiatement supérieure,
- le dispositif de renfort délimite, au-dessus de la grille de maintien immédiatement inférieure, au moins un passage d'écoulement transversal d'un fluide réfrigérant destiné à s'écouler au travers de l'assemblage,

- le dispositif de renfort s'étend longitudinalement sensiblement jusqu'à la grille de maintien immédiatement inférieure, et le passage est formé par une ouverture ménagée dans l'extrémité inférieure du dispositif de renfort,

5 - l'extrémité inférieure du dispositif de renfort est disposée à distance de la grille de maintien immédiatement inférieure pour délimiter le passage d'écoulement transversal du fluide réfrigérant,

- le dispositif de renfort est fixé à au moins deux tubes guides,

- le dispositif de renfort est une plaque sensiblement plane,

10 - le dispositif de renfort est sensiblement parallèle à une face du groupe de crayons de combustible nucléaire,

- le dispositif de renfort est une cornière formant au moins un L,

- la cornière est disposée dans un coin du groupe de crayons de combustible nucléaire,

15 - le dispositif de renfort est dépourvu de moyens de mélange d'un fluide réfrigérant destiné à s'écouler au travers de l'assemblage, et

- le dispositif de renfort est dépourvu de moyens de maintien des crayons de combustible nucléaire.

20 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en élévation d'un assemblage de combustible nucléaire selon un premier mode de réalisation de l'invention,

- la figure 2 est une vue schématique partielle et en perspective illustrant un dispositif intermédiaire de renfort de l'assemblage de la figure 1,

25 - la figure 3 est une vue schématique en plan comparant la structure et l'étendue du dispositif intermédiaire de renfort de la figure 2 par rapport au réseau de crayons de combustible nucléaire et à une grille de maintien de l'assemblage de la figure 1,

30 - la figure 4 est une vue schématique partielle et en coupe illustrant la liaison aux tubes guides d'une variante du dispositif intermédiaire de renfort de la figure 2,

- la figure 5 est un graphique comparant la rigidité d'un assemblage classique et de l'assemblage de la figure 1, avant irradiation,
- la figure 6 est une vue analogue à la figure 5, après irradiation,
- la figure 7 est une vue analogue à la figure 3 illustrant une variante du dispositif intermédiaire de renfort de la figure 2,
- la figure 8 est une vue schématique en élévation d'un assemblage de combustible nucléaire selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, deux rangées de crayons ayant été omises pour rendre visibles des dispositifs intermédiaires de renfort,
- la figure 9 est une vue analogue à la figure 3 illustrant un dispositif intermédiaire de renfort de l'assemblage de la figure 8,
- la figure 10 est une vue analogue à la figure 8 illustrant une variante du deuxième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 11 est un graphique comparant la rigidité d'un assemblage classique et des assemblages des figures 8 et 10, après irradiation,
- la figure 12 est une vue analogue à la figure 3 illustrant un troisième mode de réalisation de l'invention, et
- la figure 13 est une vue analogue à la figure 12 illustrant une variante du troisième mode de réalisation de l'invention.

La figure 1 illustre schématiquement un assemblage 1 de combustible nucléaire pour réacteur à eau sous pression. L'assemblage 1 s'étend verticalement et de manière rectiligne le long d'une direction longitudinale A.

L'assemblage 1 comprend principalement des crayons 3 de combustible nucléaire et une structure ou squelette 5 de support des crayons 3.

De manière classique, les crayons 3 s'étendent verticalement et sont disposés en un réseau sensiblement régulier à base carrée, comme on le voit sur la figure 3 où les crayons 3 sont représentés en pointillés.

Dans l'exemple représenté, l'assemblage 1 comprend un groupe de 264 crayons 3 et le réseau forme, en vue de dessus, un carré de 17 crayons de côté. Le groupe de crayons 3 possède donc quatre faces latérales 6 de 17 crayons chacune.

Le squelette de support 5 comprend classiquement :

- un embout inférieur 7 et un embout supérieur 9,
- des tubes guides 11 destinés à recevoir les crayons d'une grappe de commande ou d'arrêt non-représentée, et
- des grilles 13 de maintien des crayons 3 aux nœuds du réseau.

5 Les embouts 7 et 9 sont fixés aux extrémités longitudinales des tubes guides 11.

Comme on peut le voir sur la figure 3 où une grille de maintien 13 est représentée en pointillés, chaque grille de maintien 13 comprend par exemple deux jeux de plaquettes 15 entrecroisées et une ceinture périphérique 17
10 entourant la couche périphérique 19 des crayons 3.

La grille 13 délimite des cellules 20 dont la plupart reçoivent chacune un crayon 3. Des bossages non-représentés sont prévus dans les plaquettes 15 pour fournir des appuis aux crayons 3 et les maintenir aux nœuds du réseau. Les autres cellules 20 reçoivent chacune un tube guide 11.

15 De manière classique également, les grilles de maintien 13 sont fixées aux tubes guides 11 et réparties sur la hauteur des crayons 3.

La retenue axiale des crayons 3 peut être assurée par une seule grille de maintien 13, par exemple la grille 13 supérieure, munie dans ce but de ressorts de poussée des crayons 3 contre des bossettes, découpées dans ses
20 plaquettes 15 ou rapportées sur celles-ci.

Selon l'invention, l'assemblage 1 comprend, entre les grilles de maintien 13, des dispositifs intermédiaires 21 de renfort du squelette 5.

Pour les raisons exposées par la suite, ces dispositifs de renfort 21 ne sont pas visibles depuis l'extérieur de l'assemblage 1 et ont donc été
25 représentées en pointillés sur la figure 1.

Dans l'exemple représenté, un dispositif intermédiaire de renfort 21 est prévu entre chaque paire de grilles de maintien 13.

La structure des dispositifs intermédiaires de renfort 21 étant analogue, un seul dispositif 21 sera décrit en se référant aux figures 2 et 3. On
30 notera que seuls des tronçons des tubes guides 11 ont été représentés sur la figure 2. Sur la figure 3, les tubes guides 11 et le dispositif intermédiaire de renfort 21 ont été représentés en trait fort.

Le dispositif 21 comprend deux jeux de plaquettes 23 entrecroisées et fixées les unes aux autres, par exemple par soudage à leurs points d'intersection. Les plaquettes 23 ont par exemple une épaisseur de l'ordre de 0,425mm et une hauteur comprise entre environ 18 et 28mm. Elles sont réalisées de préférence
5 en alliage de zirconium.

Les plaquettes 23 délimitent entre elles des cellules 25 recevant chacune un tube guide 11 et des cellules 27 de réception des crayons 3. Comme on le voit sur la figure 3, certaines des cellules 27 sont des cellules individuelles et ne reçoivent qu'un crayon 3, tandis que d'autres reçoivent deux ou quatre
10 crayons 3.

Les plaquettes 23 du dispositif intermédiaire de renfort 21 forment une structure maillée s'étendant uniquement entre les tubes guides 11. Cette structure maillée est donc aérée.

Ainsi, l'étendue transversale des plaquettes 23, et donc du dispositif
15 de renfort 21, est limitée. Les plaquettes 23 ne s'étendent en particulier pas entre les crayons 3 de la couche périphérique extérieure 19 de crayons 3 ni entre cette couche 19 et la couche immédiatement adjacente 29 qui comprend, dans l'exemple représenté, 15 crayons par côté. En fait, le dispositif intermédiaire de renfort 21 s'arrête au voisinage de cette couche 29.

20 Les plaquettes 23 sont dépourvues de moyens de maintien des crayons 3 et les cellules 27 ont donc des dimensions supérieures à celles des crayons 3 et les entourent avec un jeu.

De plus, le dispositif intermédiaire de renfort 21 est dépourvu de
25 moyens de mélange du fluide réfrigérant s'écoulant au travers de l'assemblage combustible 1, tels que des ailettes.

Le dispositif intermédiaire de renfort 21 est fixé aux tubes guides 11, par exemple par soudage de zones 31 (fig.2) légèrement bombées des plaquettes 23. Un tel soudage peut être pratiqué en haut et/ou en bas des plaquettes 23.

30 Dans une variante illustrée par la figure 4, les plaquettes 23 peuvent être soudées aux tubes guides 11 grâce à des pattes de soudage 33 qui font saillie par rapport aux plaquettes 23, par exemple vers le haut.

Si l'assemblage 1 comprend un tube d'instrumentation à la place du tube guide 11 central, les dispositifs intermédiaires de renfort 21 peuvent y être soudés.

Grâce à la présence des dispositifs intermédiaires de renfort 21, le squelette de support 5 et donc l'assemblage 1 sont plus rigides.

Cela est confirmé par la figure 5 qui illustre le résultat de simulations de déformations latérales d'assemblages de combustible nucléaire avant irradiation. Sur cette figure le déplacement latéral D en mm est porté en abscisse et l'effort nécessaire E en daN pour obtenir cette déformation est porté en ordonnée.

La courbe 35 correspond à un assemblage selon l'état de la technique issu de fabrication, c'est à dire avant irradiation. La courbe 37 correspond à l'assemblage 1 de la figure 1 issu de fabrication. Ainsi, la présence de dispositifs intermédiaires de renfort 21 permet d'augmenter la raideur ou rigidité latérale de l'assemblage 1 de l'ordre de 60% en début de vie par rapport à un assemblage classique.

La figure 6 correspond à des simulations analogues menées après irradiation. La courbe 39 correspond à un assemblage classique et la courbe 41 à l'assemblage 1 de la figure 1. L'augmentation de la rigidité latérale de l'assemblage 1 perdure donc après irradiation, cette augmentation étant toujours de l'ordre de 60%.

Ainsi, l'assemblage 1 a une raideur en fin de vie équivalente à celle d'un assemblage classique en début de vie. L'utilisation des dispositifs intermédiaires de renfort 21 pour renforcer le squelette de support 5 permet de compenser l'effet de l'irradiation.

En effet, on a découvert que la diminution de la rigidité après irradiation des assemblages classiques était due au fluage des tubes guides et aux modifications des conditions de support des crayons 3 par le squelette 5, si bien que les crayons 3 contribuaient à environ 65% de la rigidité d'un assemblage avant irradiation et ne contribuaient plus qu'à 40% environ de cette raideur après irradiation.

La rigidification du squelette de support 5 par les dispositifs intermédiaires de renfort 21 permet donc d'augmenter la raideur latérale y

compris après irradiation. Pour autant, la structure aérée des dispositifs de renfort 21 qui en outre ont une étendue transversale réduite, limite les pertes de charge dans le fluide réfrigérant.

5 Selon une variante illustrée par la figure 7, le dispositif de renfort 21 peut former une structure maillée plus dense de sorte que toutes les cellules 27 sont des cellules individuelles ne recevant qu'un seul crayon 3.

Cette variante permet d'accroître encore la rigidité latérale de l'assemblage 1 mais augmente la perte de charge dans le fluide réfrigérant à la traversée de l'assemblage 1.

10 De manière générale, les dispositifs intermédiaires de renfort 21 peuvent être fixés par d'autres moyens que des soudures aux tubes guides, par exemple par dudgeonnage, manchonnage, etc...

De même, l'assemblage 1 ne comporte pas nécessairement un dispositif intermédiaire de renfort 21 entre chaque paire de grilles de maintien 13.

15 Dans certaines variantes, les dispositifs intermédiaires de renfort 21 peuvent en outre comprendre des moyens de maintien des crayons 3 et/ou des moyens de mélange du fluide réfrigérant s'écoulant au travers de l'assemblage 1.

Bien entendu, les dispositifs intermédiaires de renfort 21 peuvent être commercialisés seuls.

20 Les figures 8 et 9 illustrent un deuxième mode de réalisation de l'invention qui se distingue de celui décrit précédemment par ce qui suit.

Les dispositifs intermédiaires de renfort 21 sont formés par des plaques sensiblement planes. L'assemblage 1 comprend quatre plaques 21 entre chaque paire de grilles de maintien 13.

25 Chaque plaque 21 s'étend sensiblement sur toute la hauteur séparant les deux grilles de maintien 13 successives entre lesquelles elle est placée. La hauteur des plaques 21 peut ainsi être d'environ 480 mm.

L'extrémité inférieure 43 de chaque plaque 21 est munie d'ouvertures 45 de passage du fluide réfrigérant. Ces ouvertures 45 peuvent avoir des formes
30 variées.

Ainsi, et comme illustré par la plaque 21 supérieure sur la figure 8, ces ouvertures 45 peuvent avoir des formes en parties d'ellipses. Ces ouvertures 45

peuvent également avoir des formes rectangulaires ou carrées comme illustré par les plaques 21 inférieures sur la figure 8.

Comme on le voit sur la figure 9, les plaques 21 sont disposées à l'intérieur du groupe de crayons 3. Plus précisément, les plaques 21 s'étendent
5 entre la couche 29 de crayons 3 et la couche intérieurement adjacente 47 de crayons 3, qui comprend dans l'exemple représenté 10 crayons 3 et 3 tubes guides 11 par côté. Pour rendre visible des plaques 21 sur la figure 8, les deux rangées de crayons 3 situées en avant sur cette vue ont été omises.

Chaque plaque 21 s'étend sensiblement parallèlement à une face 6
10 respective du groupe de crayons 3 et est disposée sensiblement au centre de cette face 6. La plaque 21 est fixée, par exemple par des soudures, aux trois tubes guides 11 qui sont placés en regard de la face 6 considérée.

Dans l'exemple représenté, les plaques 21 s'étendent transversalement sur une longueur correspondant à 7 pas du réseau de crayons
15 3.

Les ouvertures 45 permettent au fluide réfrigérant de s'écouler transversalement au-dessus des grilles de maintien 13.

Ainsi, les plaques de renfort 21 ne s'opposent pas à un mélange efficace du fluide réfrigérant, produit par exemple par des ailettes de mélange
20 prévues du côté aval, c'est-à-dire supérieur, des grilles de maintien 13.

Dans une variante illustrée par la figure 10, l'extrémité inférieure 43 de chaque plaque 21 peut être espacée, par exemple de 15 cm, de la grille de maintien 13 immédiatement inférieure, c'est-à-dire située immédiatement sous la plaque 21 considérée.

Un passage 49 permettant au fluide réfrigérant de s'écouler transversalement est ainsi délimité entre chaque plaque 21 et la grille de maintien
25 13 immédiatement inférieure.

Ce deuxième mode de réalisation permet, comme le premier, d'accroître la raideur de l'assemblage 1, aussi bien en début de vie qu'en fin de
30 vie.

Cela est confirmé par la figure 11 qui reprend le graphique de la figure 6 sur lequel on a ajouté une courbe 51 correspondant à l'assemblage des figures 8 et 9 et une courbe 53 correspondant à la variante de la figure 10.

En outre, ce deuxième mode de réalisation induit des pertes de charge
5 faibles dans le fluide réfrigérant.

En effet, chaque plaque de renfort 21 ne s'étend transversalement que dans une direction, et en outre son étendue transversale dans cette direction est réduite. En particulier, l'étendue transversale des plaques 21 est inférieure à l'étendue transversale E du réseau de crayons 3. Cette étendue E a été
10 matérialisée sur la figure 9 et correspond à la distance entre deux nœuds opposés, c'est-à-dire entre les axes longitudinaux de deux crayons 3 opposés. Cette étendue E est donc inférieure à la largeur L du groupe de crayons 3 lui-même qui correspond à la distance entre les surfaces extérieures de deux crayons opposés 3.

15 On notera même que, dans ce mode de réalisation, l'étendue transversale des plaques 21 est inférieure à la moitié de l'étendue E.

La figure 12 illustre un troisième mode de réalisation se distinguant du deuxième par ce qui suit.

Chaque dispositif de renfort 21 est formé par une cornière en forme de
20 L comprenant deux branches 55 se rejoignant pour former un angle 57 sensiblement droit.

Les cornières 21, qui sont au nombre de quatre entre chaque paire de grilles de maintien 13, sont disposées dans les coins du groupe de crayons 3. Leurs angles 57 sont ouverts vers l'intérieur de l'assemblage.

25 Chaque cornière 21 est fixée à trois tubes guides 11. L'un de ces tubes guides 11 est disposé dans l'angle 57 et les deux autres tubes guides 11 sont disposés de l'autre côté de la cornière 21, aux extrémités des branches 55 opposées à l'angle 57.

30 Dans la variante de la figure 13, chaque cornière 21 forme trois L et comprend donc six branches 55 se rejoignant pour former trois angles 57 ouverts vers l'intérieur de l'assemblage 1.

Les tubes guides 11 auxquels chaque cornière 21 est fixée sont disposés chacun dans un angle 57 respectif.

Ce troisième mode de réalisation permet également d'augmenter la rigidité de l'assemblage 1, aussi bien en début de vie qu'en fin de vie, tout en limitant les pertes de charge grâce à la faible étendue transversale des cornières 21 qui induisent une faible réduction du diamètre hydraulique.

Comme dans le deuxième mode de réalisation, des ouvertures 45 peuvent être ménagées dans les extrémités inférieures 43 des cornières 21, ou ces extrémités 43 peuvent être espacées des grilles de maintien 13 pour délimiter des passages 49 permettant au fluide réfrigérant de s'écouler transversalement.

Dans chacun des modes de réalisation décrits ci-dessus, les dispositifs 21 qui d'une part sont disposés à l'intérieur du groupe de crayons 3, et non pas à l'extérieur, et qui d'autre part ont une faible étendue transversale, permettent d'augmenter la rigidité de l'assemblage tout en limitant les pertes de charge induites par leur présence.

REVENDICATIONS

1. Assemblage (1) de combustible nucléaire, du type comprenant un groupe de crayons de combustible nucléaire (3) et un squelette de support (5) ayant :

- 5 - deux embouts (7, 9),
- des tubes guides (11) reliant les embouts, et
- des grilles (13) de maintien des crayons fixées aux tubes guides,
- les crayons de combustible nucléaire (3) s'étendant le long d'une direction longitudinale (A) et étant disposés en un réseau sensiblement régulier,
- 10 caractérisé en ce que l'assemblage comprend au moins un dispositif (21) de renfort du squelette de support (5) disposé entre deux grilles de maintien (13) successives et fixé à des tubes guides (11), et en ce que le dispositif de renfort (21) est disposé à l'intérieur du groupe de crayons (3) et a une étendue transversale inférieure à celle (E) du réseau de crayons (3).

15 2. Assemblage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de renfort (21) ne s'étend pas dans la couche (19) de crayons (3) périphériques.

20 3. Assemblage selon la revendication 2, caractérisé en ce que le dispositif de renfort (21) ne s'étend pas entre la couche (19) de crayons périphériques et la couche adjacente (29) de crayons.

 4. Assemblage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de renfort (21) s'étend longitudinalement sensiblement jusqu'à la grille de maintien (13) immédiatement supérieure.

25 5. Assemblage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de renfort (21) délimite, au-dessus de la grille de maintien (13) immédiatement inférieure, au moins un passage (45 ; 49) d'écoulement transversal d'un fluide réfrigérant destiné à s'écouler au travers de l'assemblage (1).

30 6. Assemblage selon la revendication 5, caractérisé en ce que le dispositif de renfort (21) s'étend longitudinalement sensiblement jusqu'à la grille de maintien (13) immédiatement inférieure, et en ce que le passage est formé par

une ouverture (45) ménagée dans l'extrémité inférieure (43) du dispositif de renfort (21).

5 7. Assemblage selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'extrémité inférieure (43) du dispositif de renfort (21) est disposée à distance de la grille de maintien (13) immédiatement inférieure pour délimiter le passage (49) d'écoulement transversal du fluide réfrigérant.

8. Assemblage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de renfort (21) est fixé à au moins deux tubes guides (11).

10 9. Assemblage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de renfort (21) est une plaque sensiblement plane.

15 10. Assemblage selon la revendication 9, caractérisé en ce que le dispositif de renfort (21) est sensiblement parallèle à une face (6) du groupe de crayons de combustible nucléaire (3).

11. Assemblage selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le dispositif de renfort (21) est une cornière formant au moins un L.

20 12. Assemblage selon la revendication 11, caractérisé en ce que la cornière est disposée dans un coin du groupe de crayons de combustible nucléaire (3).

13. Assemblage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de renfort (21) est dépourvu de moyens de mélange d'un fluide réfrigérant destiné à s'écouler au travers de l'assemblage.

25 14. Assemblage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif de renfort (21) est dépourvu de moyens de maintien des crayons de combustible nucléaire (3).

1/11

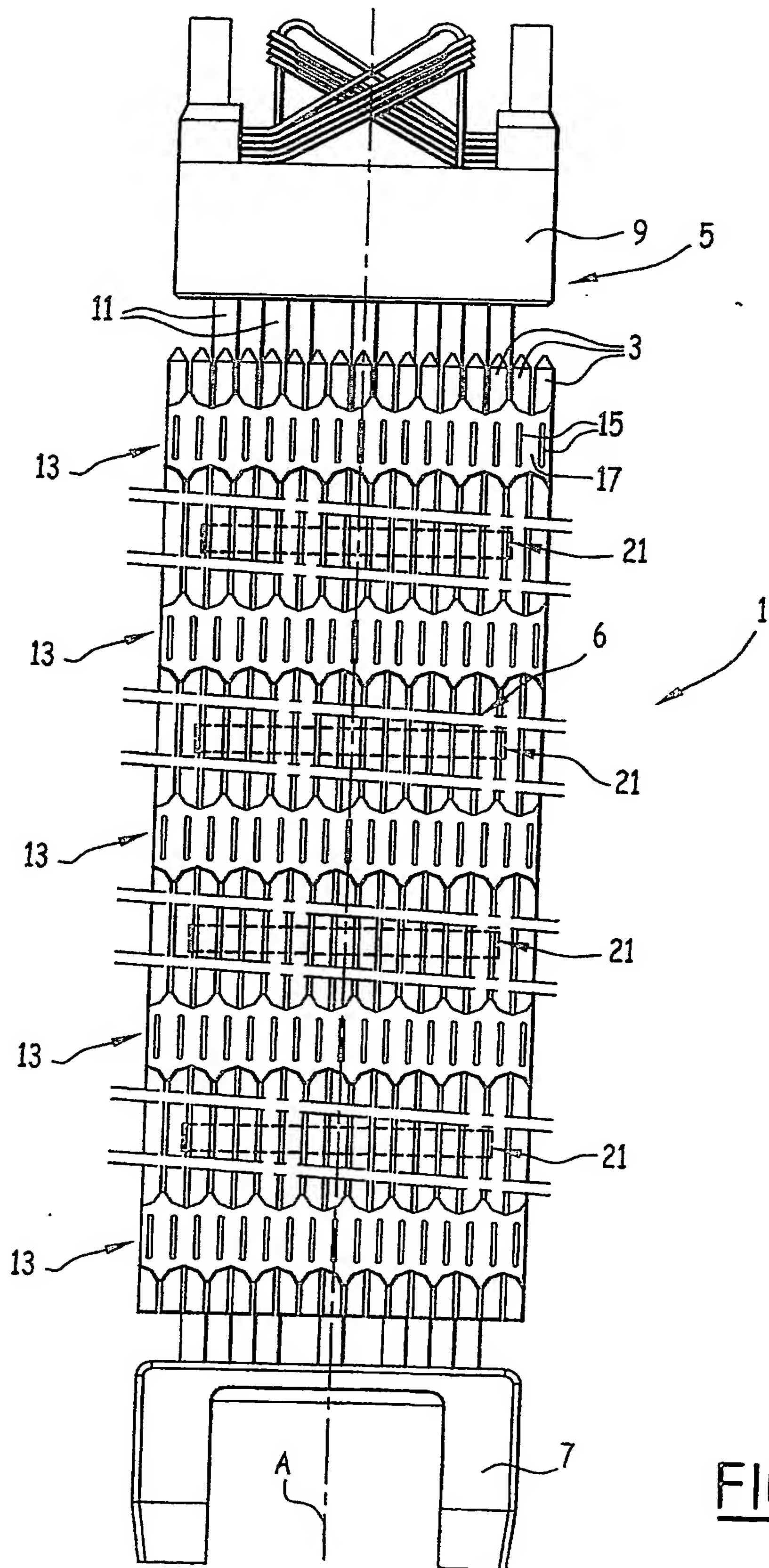
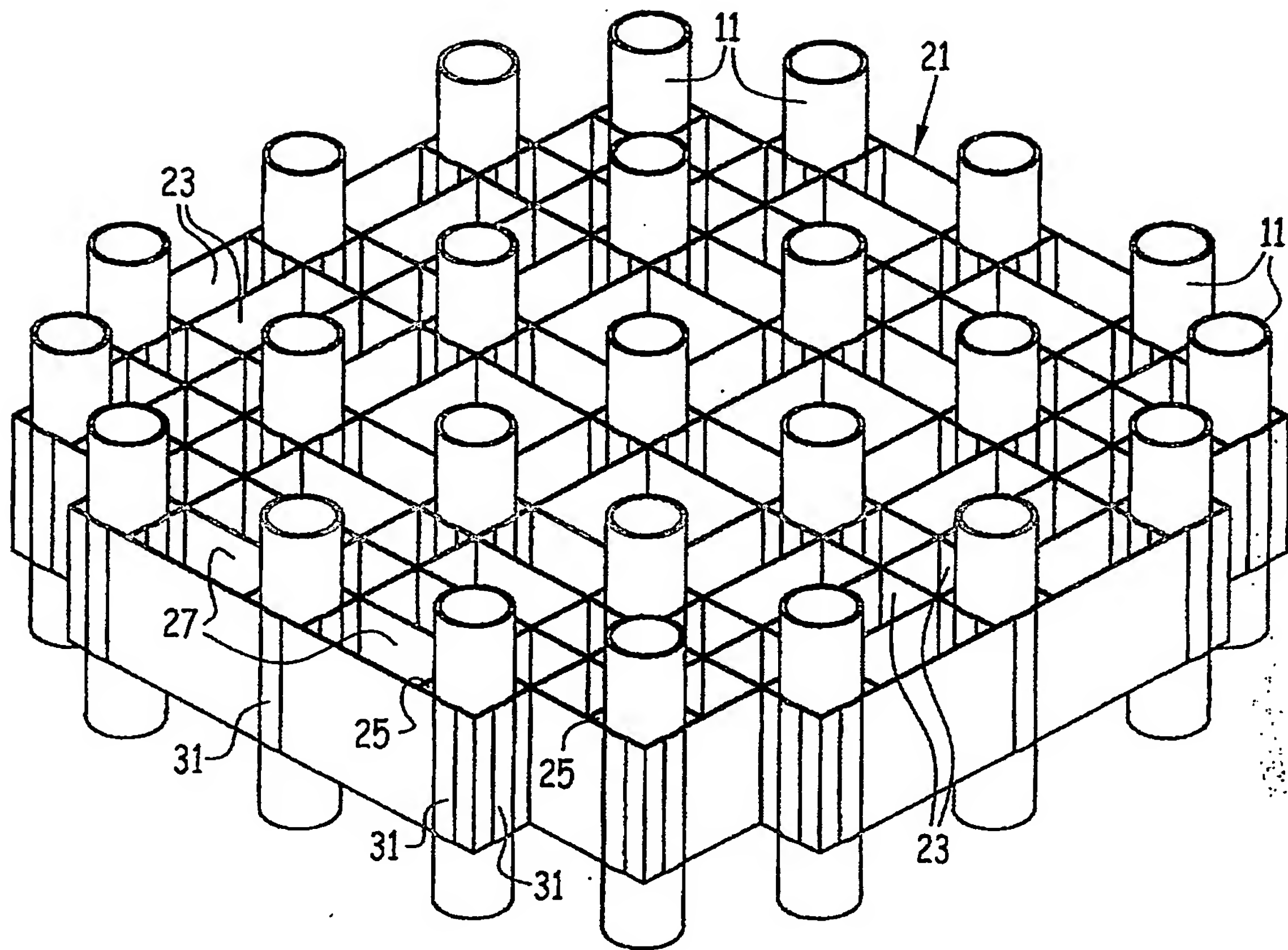


FIG. 1

FIG.2

3/11

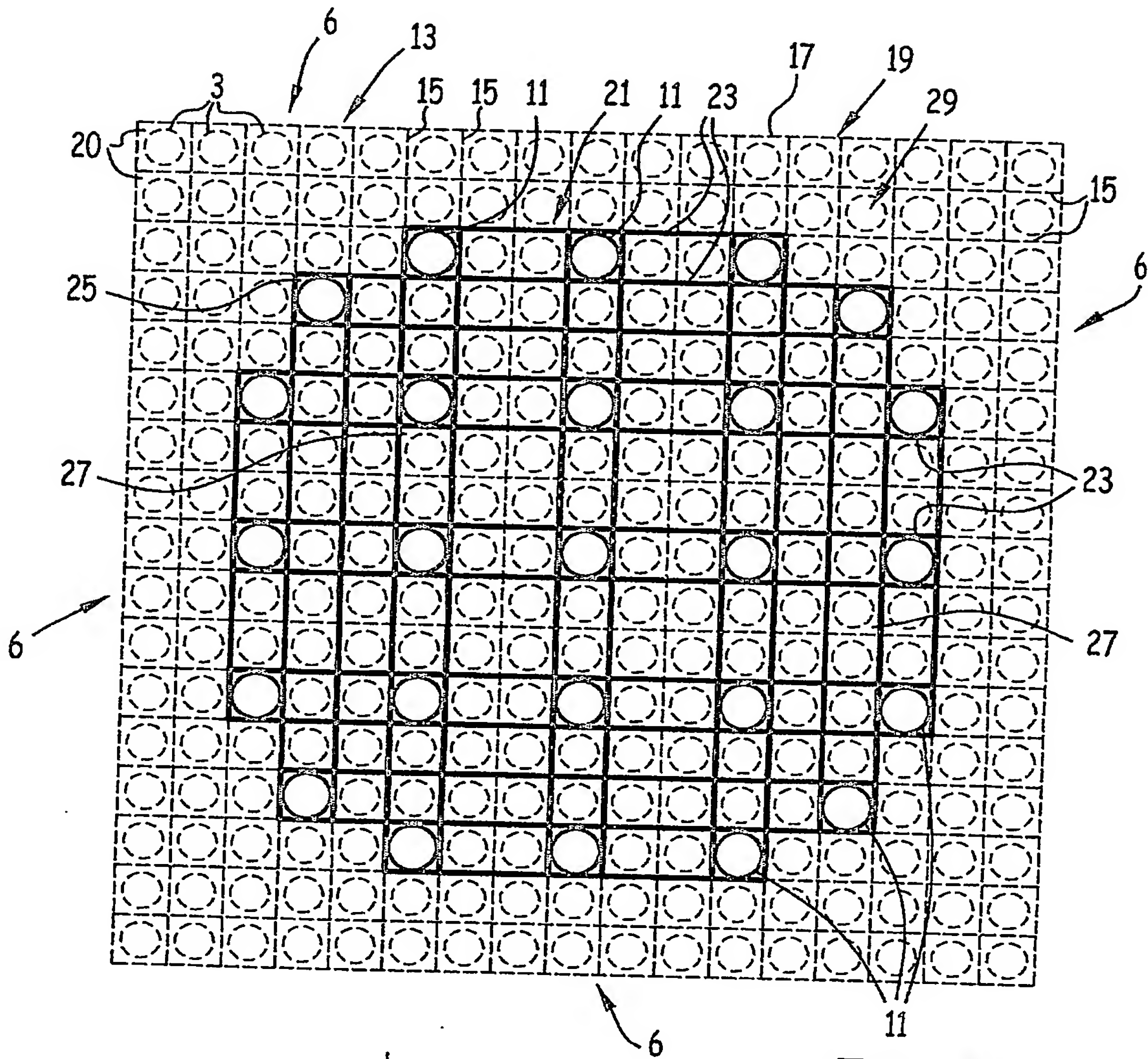


FIG. 3

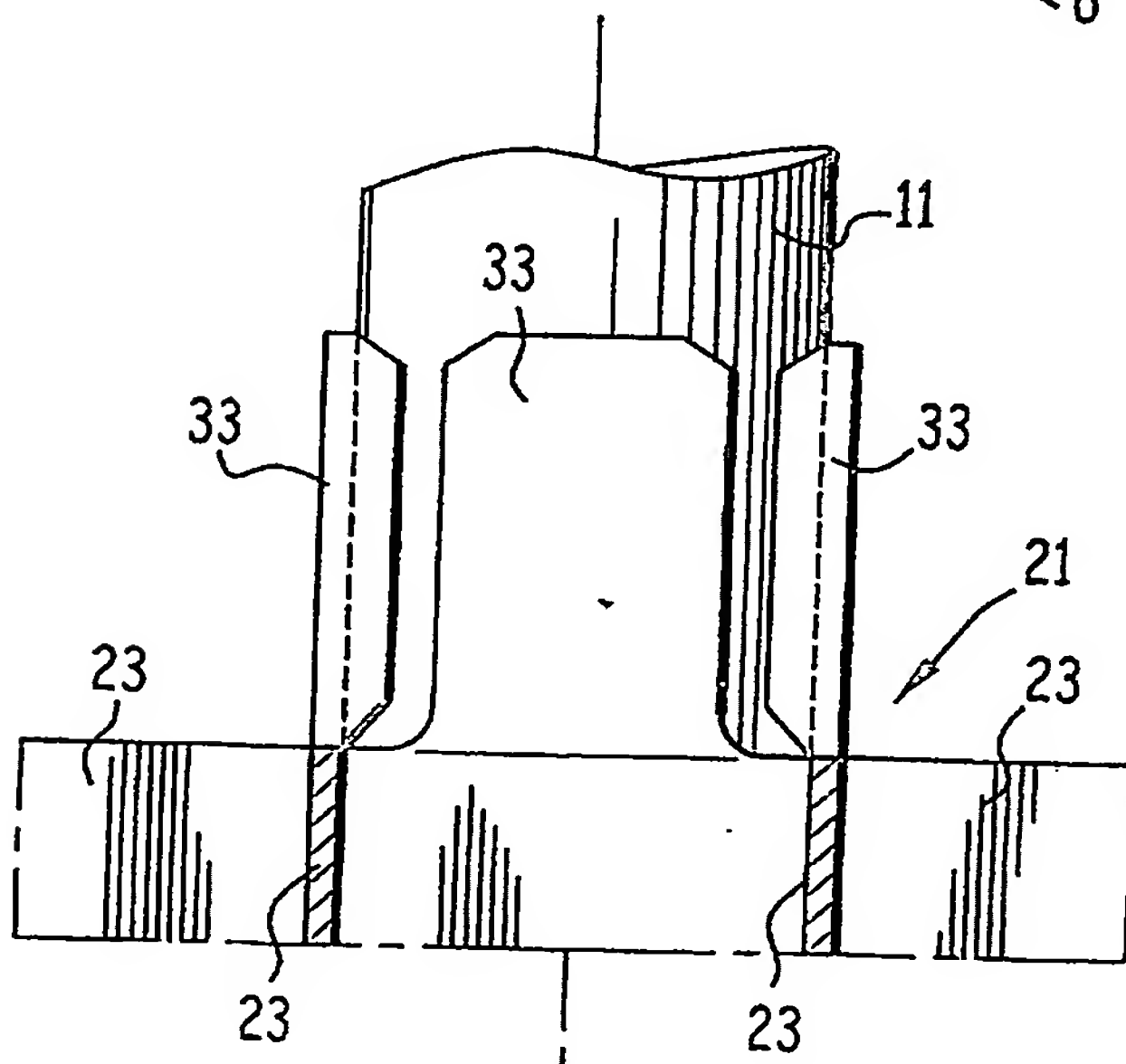
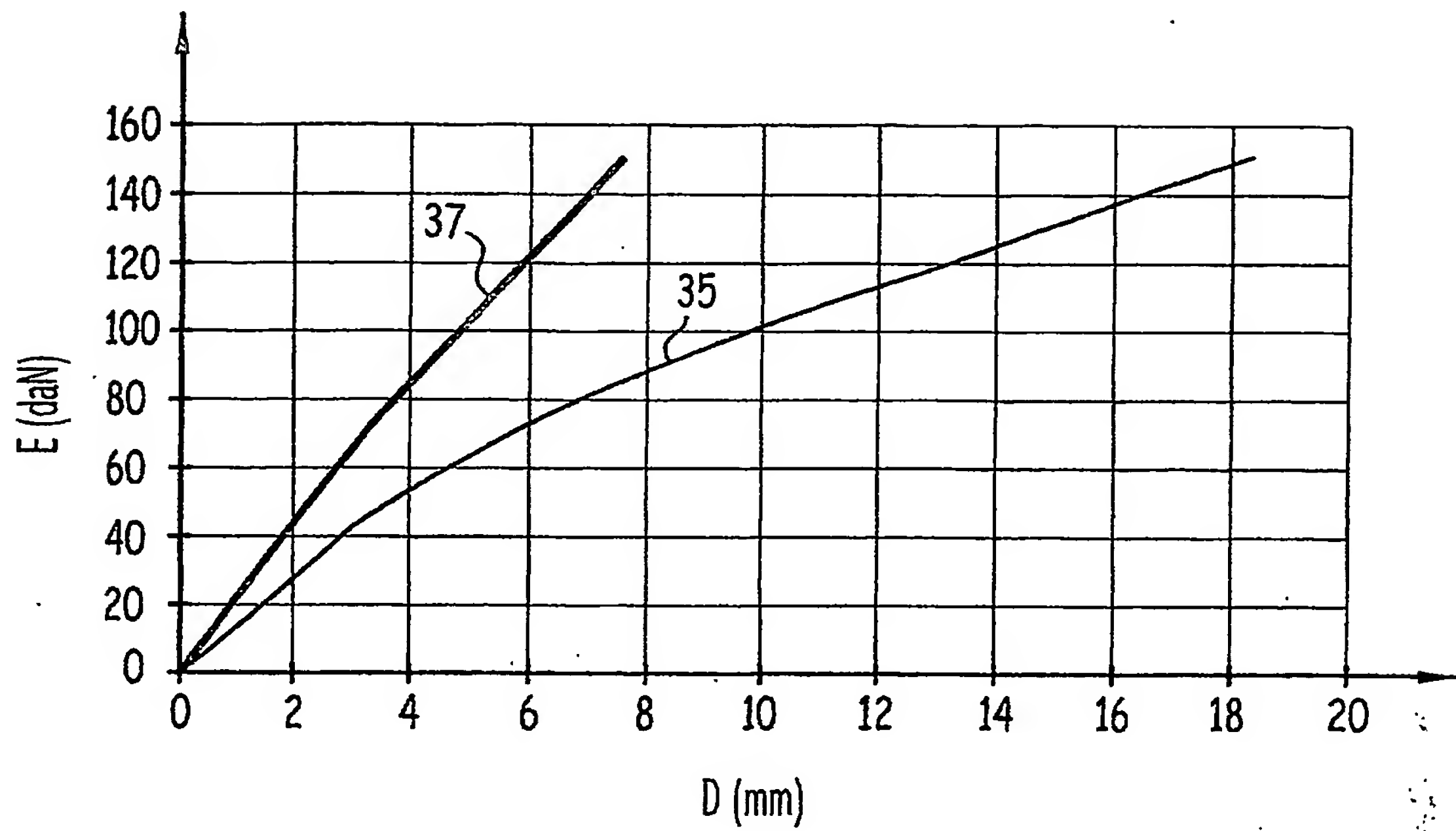
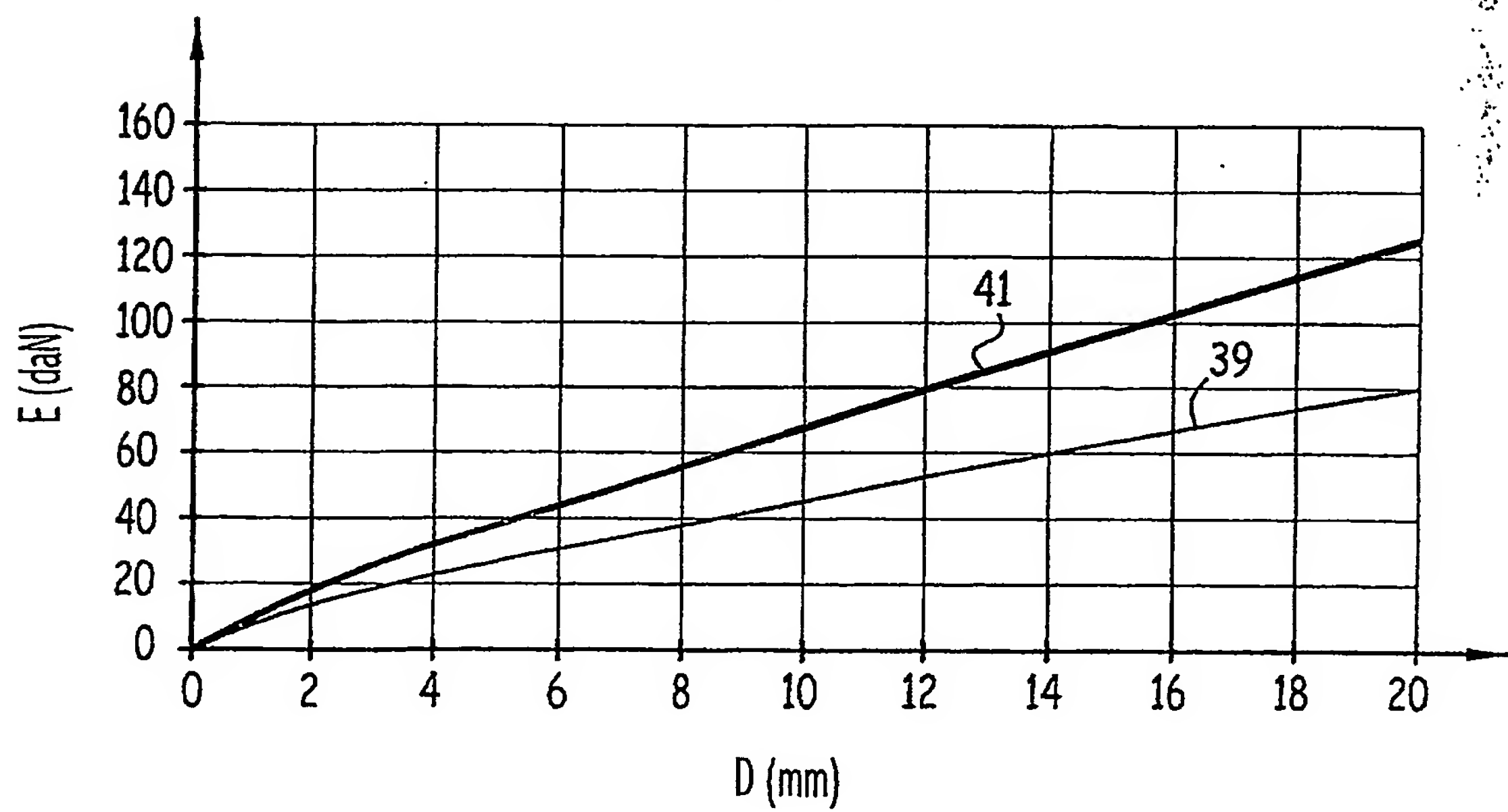


FIG. 4

FIG. 5FIG. 6

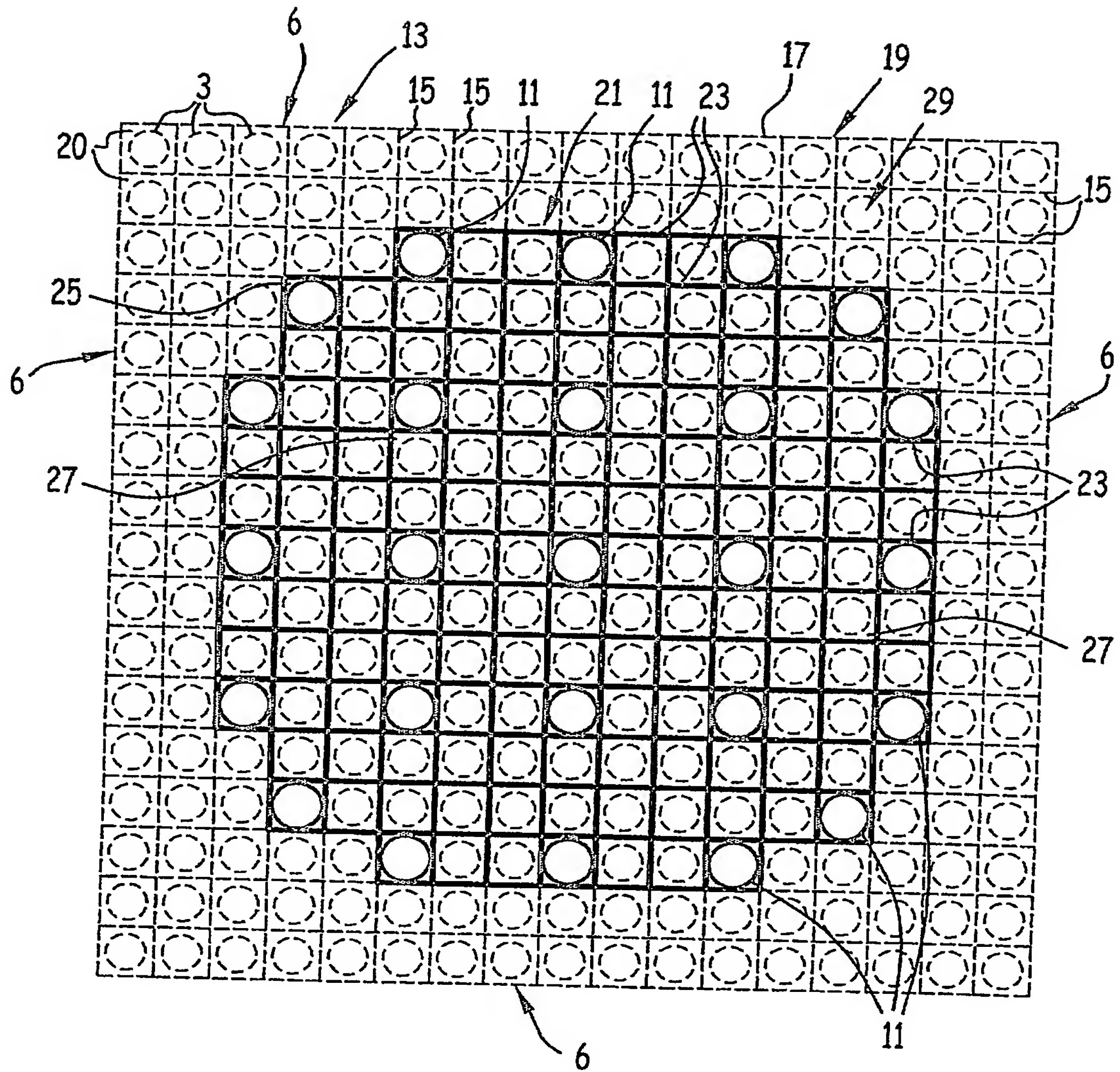


FIG. 7

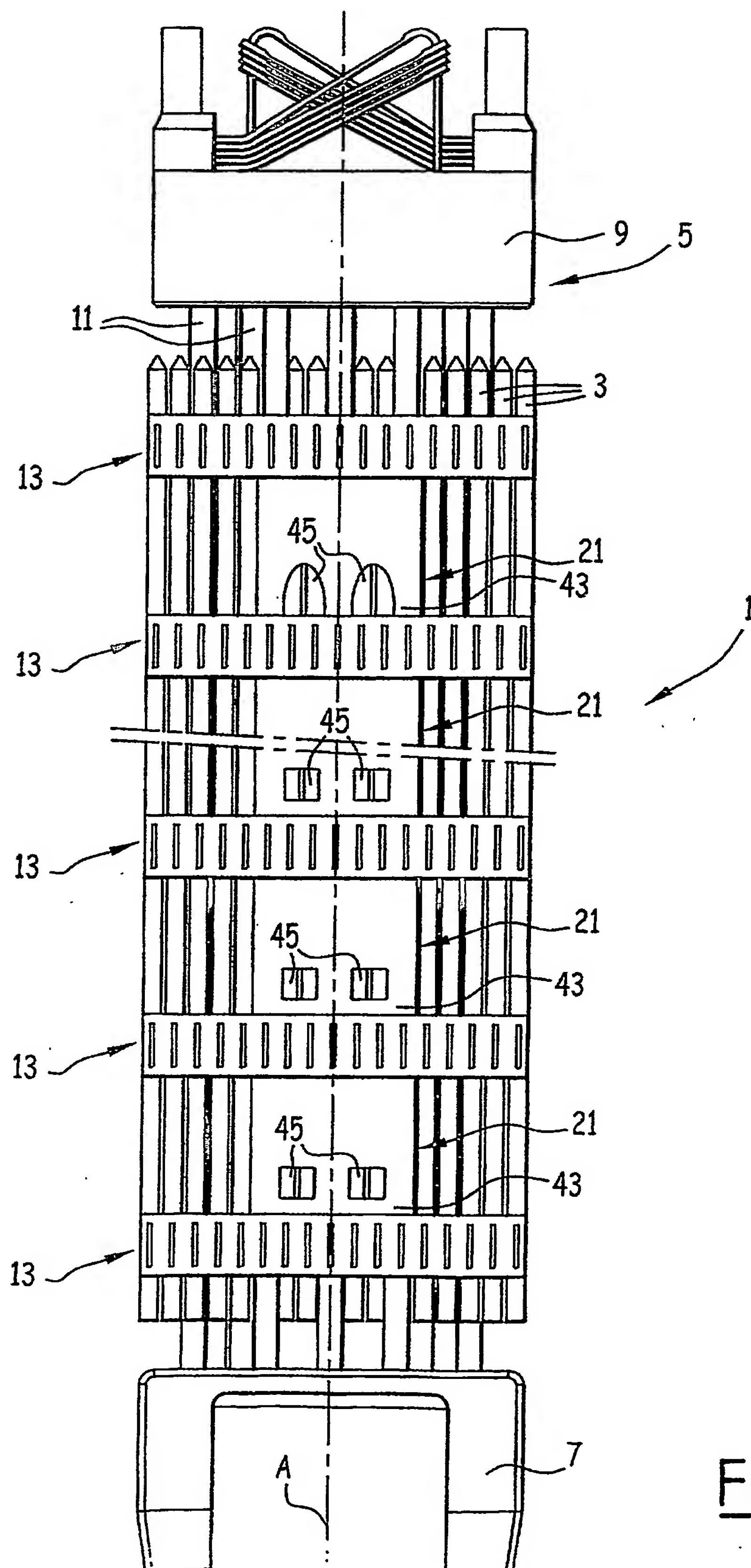
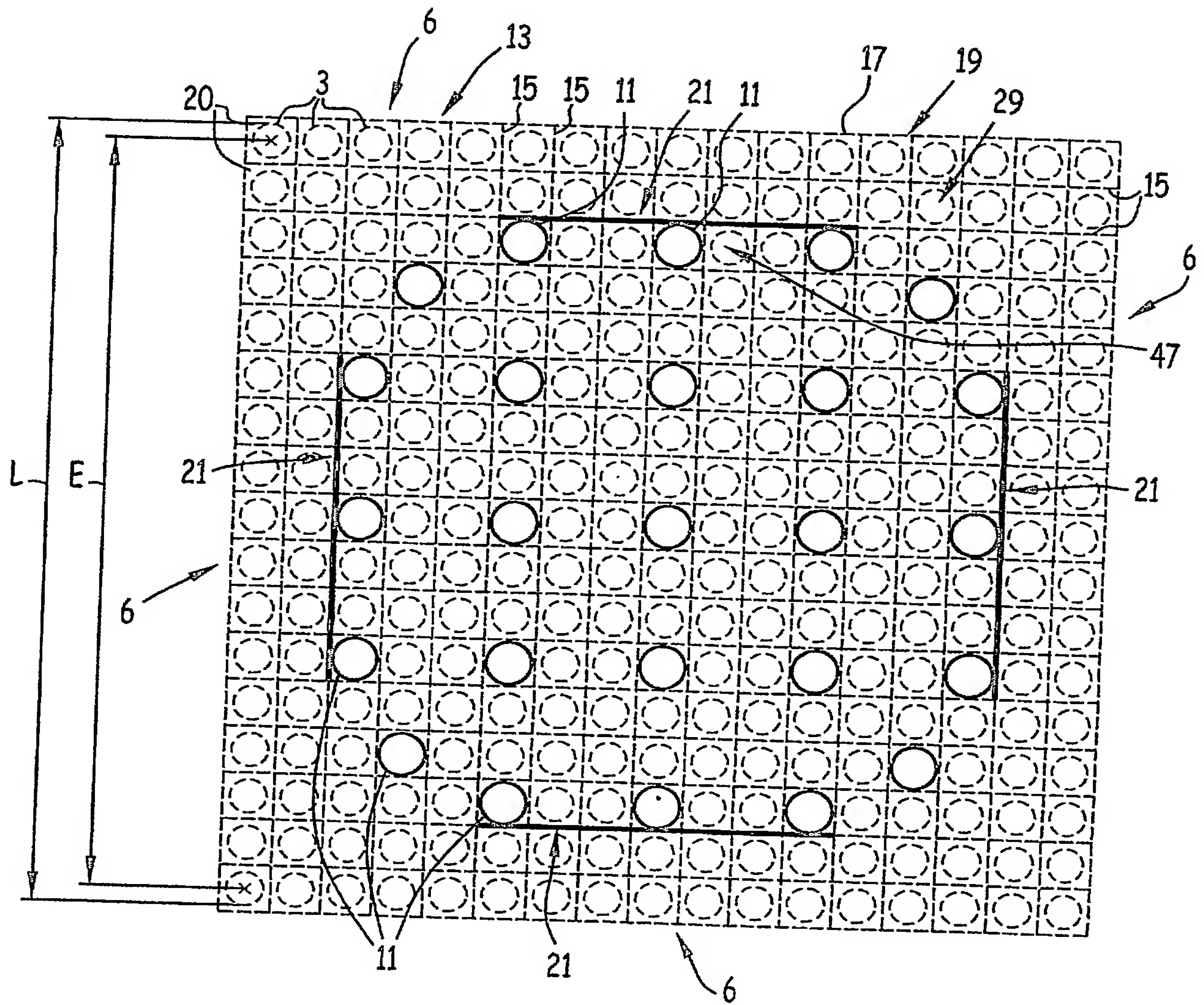


FIG. 8

FIG. 9

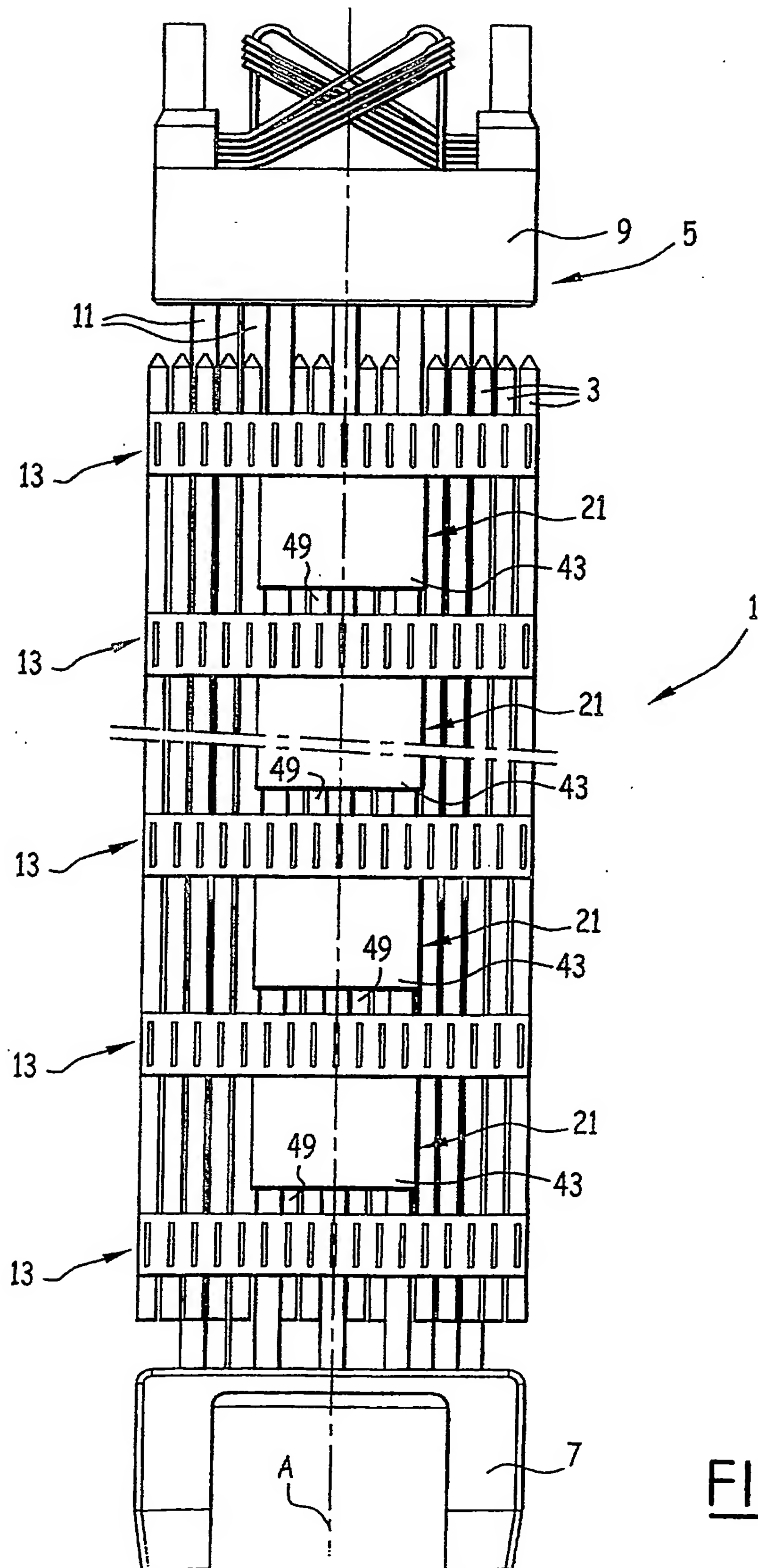


FIG. 10

9/11

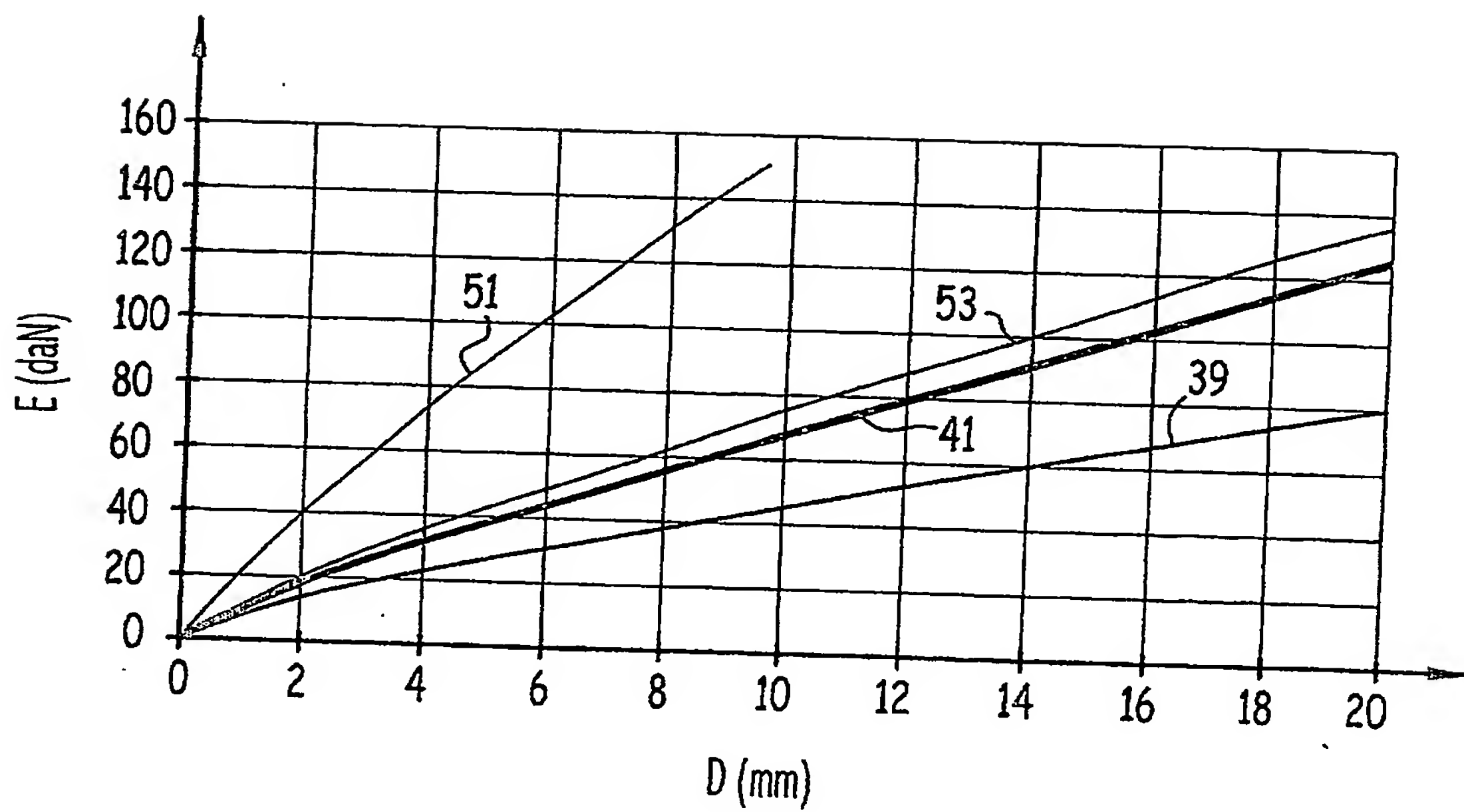


FIG. 11



FIG. 12

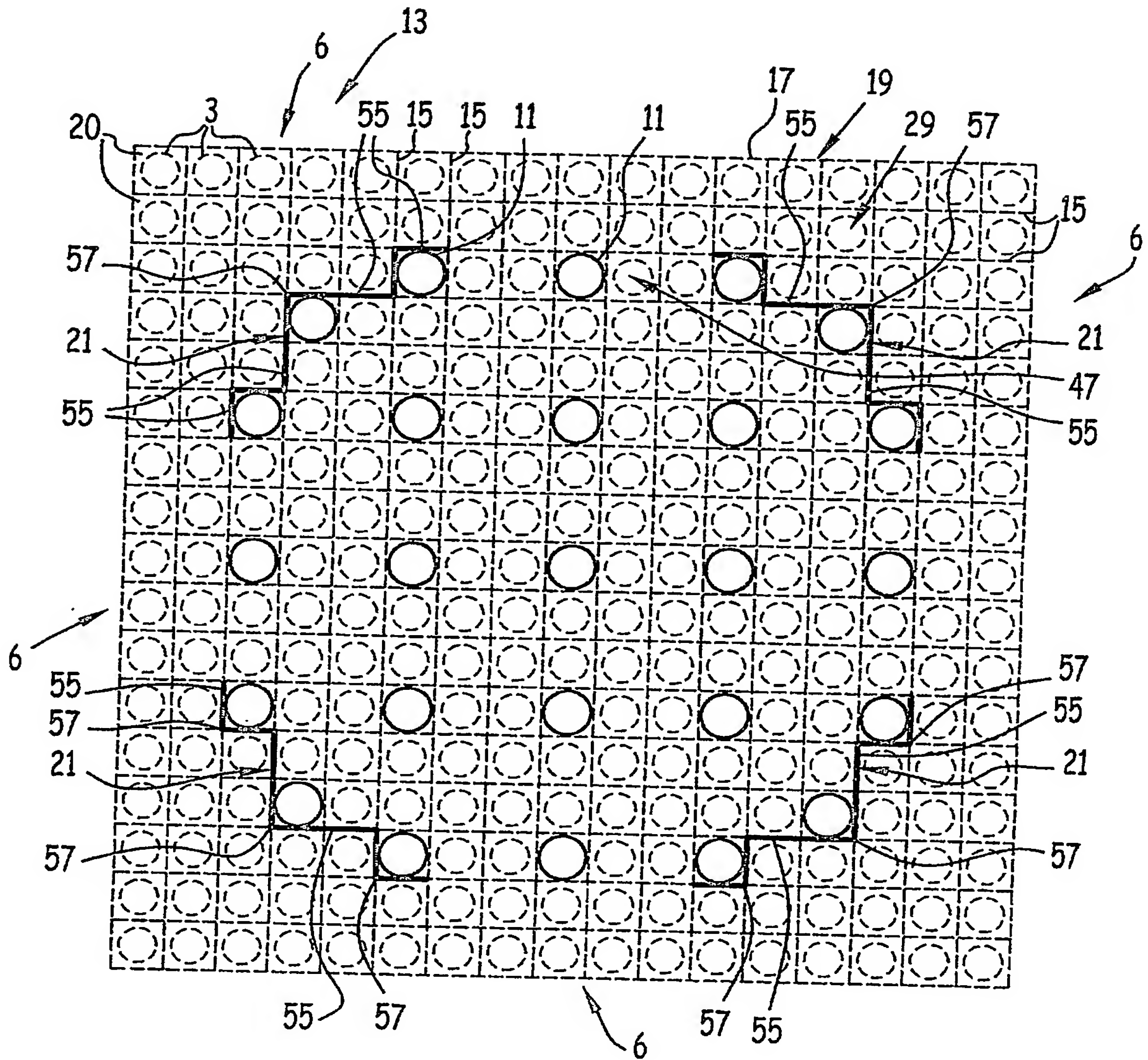


FIG. 13

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235*03

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° **1. / 1.**

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 210103

Vos références pour ce dossier (facultatif)		BFF 03P0313	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		03M46A	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
Assemblage de combustible nucléaire comprenant un dispositif intérieur de renfort.			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
FRAMATOME ANP			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :			
1 Nom		GENTET	
Prénoms		Guy	
Adresse	Rue	3 rue Saint Philippe	
	Code postal et ville	69003 LYON FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
2 Nom		BEATI	
Prénoms		Angelo	
Adresse	Rue	101 rue Pierre Corneille	
	Code postal et ville	69003 LYON FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
3 Nom		GAUTHIER	
Prénoms		Jacques	
Adresse	Rue	120 route de Trêve-Oray	
	Code postal et ville	69270 CAILLOUX-SUR-FONTAINES FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		Paris, le 30 septembre 2003 B. DOMENEGO n° 00-0500	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.